

محاضرة عن

توليد وتوزيع الكهرباء

بمدينة نيويورك

للاستاذ المهندس

صلاح الدين الشاذلى

مدير ادارة المحطات والطلمبات

ألقيت بقاعة الجمعية بمصر فى ١٢ فبراير سنة ١٩٥٢

مطابع دار أخبار اليوم

جمعية المهندسين الملكية

محاضرة عن
توليد وتوزيع الكهرباء
بمدينة نيويورك

للاستاذ المهندس

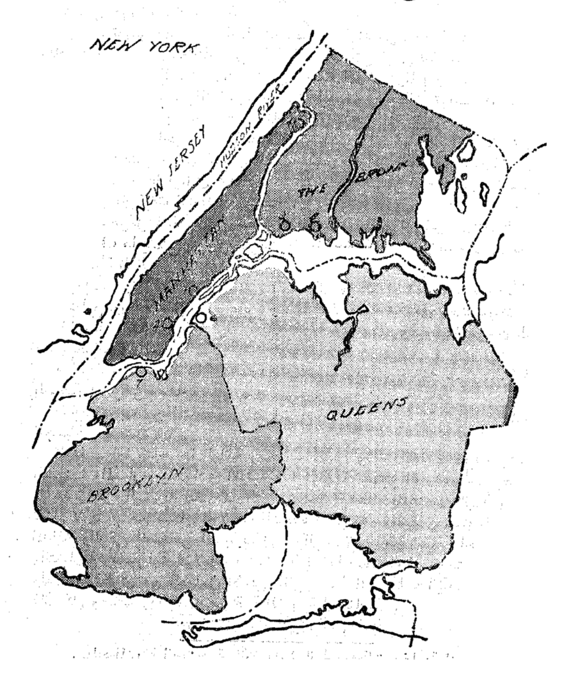
صلاح الدين الشاذلى

مدير ادارة المحطات والطلمبات

ألقيت بقاعة الجمعية بمصر فى ١٢ فبراير سنة ١٩٥٢

مطابع دار اخبار اليوم

خريطة لمدينة نيويورك



(توليد وتوزيع الكهرباء بمدينة نيويورك)

مقدمة

مدينة نيويورك كما تعرفون حضراتكم اضخم واكبر مدينة على ظهر البسيطة حيث تبلغ مساحتها ٥٣٠ ميلا مربعا (١٣٦٠ كيلو مترا مربعا) ويبلغ عدد سكانها ثمانية ملايين نسمة وتنفرد عن باقى المدن بميزات لا شبيه لها فى مدن العالم اجمع فهى المدينة التى تبهر كل قادم اليها وتستولى على احساسه ومشاعره وهى :

اولا ــ تعتبر بحق مدينة الهندسة والمهندسين فمبانيها الضخمة وناطحات السحاب الهائلة ومجموعة الكبارى التى ليس لها شبيه فى العالم وانفاقها الطويلة المتعددة والتى تسير تحت الارض والماء وحسن تنسيق شوارعها وتخطيط طرقاتها الهندسية البديعة ومحطات توليد القوى الضخمة تجعلها منهلا عذبا للعالم المحقق والباحث المدقق .

ثانيا ــ من الناحية الصناعية تعتبر اكبر واضخم مدينة صناعية فى العالم طرا فانتاجها الصناعى فى السنة يقدر بحوالى خمسة مليارات من الدولارات وهو ما يوازى ٢٥ ٪ مما تنتجه اشهر اربعة عشر مدينة صناعية فى الولايات المتحدة مجتمعة .

ثالثا ــ مركزها العالمى والمصرفى والتجارى ليس له نظير فى العالم . وكلنا يعرف ما يتمتع به ولزستريت **Walls Street** من مركز المتحكم فى مال وتجارة العالم .

رابعا ــ ميناؤها اكبر ميناء فى العالم ويحتوى على ٢٠٠ رصيف فتستطيع أن تستقبل ٤٠٠ عابرة محيط دفعة واحدة وفى وقت واحد

خامسا ــ بها عشرة خطوط حديدية يحملون منها واليها ٨٥ مليون طنا من البضائع فى السنة .

سادسا ــ مطارها (لاجورديا) يدخله ويخرج منه ٢٠٠ طائرة فى الساعة كما يخرج منه وينزل فيه ١٤٠٠٠ مسافرا فى الساعة .

سابعا ــ بها من المتاحف والمكتبات العامة والمستشفيات ودور الفنون الجميلة مالا عداد لها .

ثامنا ــ اما متاجرها الهائلة ومحلات المودة ودور اللهو والطرب ودور السينما والمسارح والنوادى الليلية وما شابهها فيعجز القلم عن حصرها .

هذه القوة البشرية الضخمة التى تجمعت فى هذه المدينة العظيمة والتى تمثل ٥ر٧ ٪ من سكان الولايات المتحدة الامريكية والتى وصلت الى قمة المدنية والرقى الصناعى الذى يمثل حوالى ٢٠ ٪ من الطاقة الصناعية والتجارية والمصرفية للولايات المتحدة بأجمعها سخرت فى خدمتها الكهرباء ولعلها فى نظرى من العوامل الاولى والرئيسية لما وصلت اليه من ازدهار فاق كل وصف وما بلغته من قمة الشهرة الصناعية .

محطات توليد القوى الكهربائية

تمد هذه المدينة الصناعية بالكهرباء ثمانية محطات بخارية لتوليد القوى الكهربائية مجموع قوتها ٢ر١٧٥٠٠٠ كيلوات تملك الستة محطات الرئيسية منها شركة **Consolidated Edison Company of New York** وجميع هذه المحطات متصلة ببعضها البعض على التوازى وتمد هذه المدينة الفريدة بطاقة كهربائية هائلة ليس لها مثيل فى العالم حيث بلغ مجموعها خلال عام ١٩٤٦ حوالى عشرة مليارات من الكيلوات ساعة والجدول التالى يبين اسماء محطات توليد القوى الكهربائية وقوة كل منها ومقدار ما ولدته كل منها من الطاقة الكهربائية خلال عام ١٩٤٦

محطات توليد القوى الكهربائية لمدينة نيويورك

رقم مسلسل	اسم محطة التوليد	القدرة بالكيلوات	القوة المولدة كيلوات ساعة فى السنة بذبذبة ٢٥	القوة المولدة كيلوات ساعة فى السنة بذبذبة ٦٠	مجموع القوة المولدة فى السنة بالكيلوات ساعة
١	HUDSON AVENUE	٨٤٠ ٠٠٠	٢٨ ١١١ ٦٣٠	٢ ٩٩١ ٦٩٨ ١٠٠	٣ ٠١٩ ٨٦٩ ٦٣٠
٢	EAST RIVER	٢٥٩ ٠٠٠	٩٦٥ ٠١٦ ٢٠٠	———	٩٦٥ ٠١٦ ٢٠٠
٣	LONG ISLAND	٨٣ ٠٠٠	٩٩ ٨٠٩ ٦٠٠	٢ ٦٤٠ ٢٠٠	٩٧ ١٦٩ ٤٠٠
٤	WATER SIDE	٤٤٢ ٠٠٠	٧٦٥ ٢٢٤ ٩٠٠	١ ٢٩٠ ٤٢٦ ١٠٠	٢ ٠٥٥ ٦٥١ ٠٠٠
٥	PORT MORRIS	٥٦ ٠٠٠	١٢ ٣١٦ ٠٠٠	———	١٢ ٣١٦ ٠٠٠
٦	HELL GATE	٤٨٩ ٠٠٠	٤٩٥ ٩٦٠ ٠٠٠	٢ ١٨٦ ١٦٤ ٠٠٠	٢ ٦٨٢ ١٢٩ ٠٠٠
٧	CHERMAN GREEK	١٩٥ ٠٠٠	———	٨٤٧ ٥٠٠ ٦٦٠	٨٤٧ ٥٠٠ ٦٦٠
٨	GLEN WOOD	٥٣ ٠٠٠	٢٩٢ ٧٠٠	٢٧ ٠٢٢ ١٠٠	٢٦ ٧٢٩ ٤٠٠
	المجموع	٢ ٥١٧ ٠٠٠	٢٣٦٦ ١٥٠ ٦٣٠	٧ ٣٤٠ ١٧٠ ٦٦٠	٩ ٧٠٦ ٣٢١ ٢٩٠

حوالى ربع هـذه الطاقة اى ٢٫٥ مليار كيلوات ساعة يحول الى تيار ذبذبته ٢٥ فى الثانية وذلك لاستعمالها فى القطارات الحديدية الكهربائية (Subway) والباقى بذبذبة قدرها ٦٠ فى الثانية للاضاءة والصناعة .

ويتضح لحضراتكم من الجدول السابق ان هذه المدينة تستهلك حوالى عشرة مليارات كيلوات ساعة فى السنة وهى كمية هائلة تستوقف نظر كل باحث مدقق فلا يوجد بلد آخر فى العالم له مثل هـذه الطاقة او حتى يمكن ان يدانيها من بعيد او قريب

ولعل من المناسب ان اذكر انها تقارب ماتستهلكه ولاية التنسى بأجمعها وهى الولاية المشهورة بغزارة مسافطها المائية المستعملة فى توليد الكهرباء والتى طبقت شهرتها العالم اجمع .

من الغريب أيها السادة أن تعرفوا ان متوسط استهلاك الفـرد من الكهرباء فى السنة فى مدينة نيويورك هو ٧٨٥ كيلوات ساعة هو أقل من متوسط استهلاك الفرد من الكهرباء فى السنة فى جميع أنحاء الولايات المتحدة الامريكية وهو ١٢٢٩ كيلوات ساعة ومتوسط استهلاك الفـرد فى ولاية التنسى ١٩٠٣ كيلوات ساعة .

وليس هذا معناه ان ساكن مدينة نيويورك اقل حظا فى المدينة من اخيه الامريكى بل ذلك ناتج من ان سكان هذه المدينة العظيمة رجالا ونساء مجهدون بالعمل الصناعى والتجارى والمصرفى والعلمى والفنى وما شابهه لدرجة ان اغلبهم يتناول طعامه وشرابه واغلب حاجياته فى المطاعم العامة المنتشرة انتشارا كبيرا فى انحاء المدينة وانه لا يستعمل البيت الا بقدر ما يحتاجه جسمه من الراحة الضرورية للحياة .

كما ان هذا برهان على ان الطاقة الكهربائية الهائلة المستهلكة فى هـذه المدينة انما يذهب أغلبها للصناعة والتجارة

والرسم البيانى نمرة ١ يوضح أن الحمل يبدأ فى الارتفاع بسرعة من الساعة السادسة صباحا ويصل الى ما يقرب من القمة من الساعة التاسعة صباحا وهو وقت بدء العمل فى البلاد الامريكية ويصل الى نهايته بين الساعة الرابعة والخامسة مساء وهو موعد انتهاء العمل ثم يبدأ فى الهبوط السريع بعد ذلك فى الليل فيصل الى نصف الحمل . وهذا يخالف ما نعهده فى المدن الاخرى غير الصناعية من ضعف الحمل فى النهار وارتفاعه فى الليـل بين السابعة والثامنة مساء .

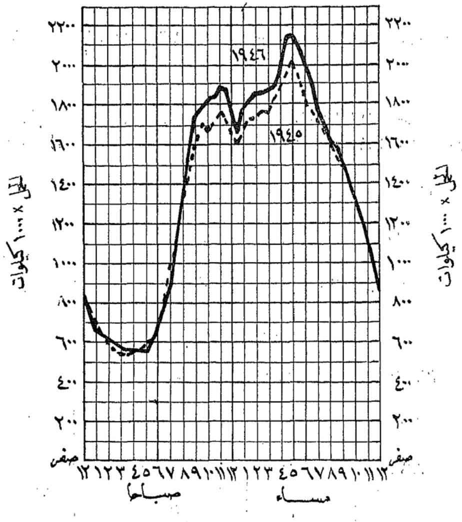
والرسم البيانى نمرة ٢ يبين ساعات تغير الحمل فى السنة .

أما الرسم التخطيطى نمرة ٣ فيبين كيفية ربط المحطات الثمانية المختلفة

اما الرسم التخطيطى نمرة ٣ فيبين كيفية ربط المحطات الثانية المختلفة بعضها ببعض وقدرة كل منها وتوزيع الحمل عليها ونصيب كل منها من التيار ذى ال ٢٥ ذبذبة والتيار المقابل ذى ال ٦٠ ذبذبة كما يبين كيفية ربط تيار ال ٦٠ ذبذبة بالمجموعة الكهربائية لمساقط نياجرا . (Niagra Hudson) ويمكن مد هذه المجموعة بحوالى ٥٧٠٠٠ كيلوات من مجموعة محطات شركة Consolidated Edison Co. of New York

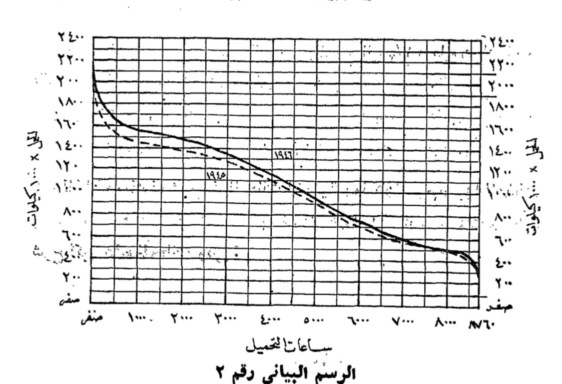
كما يربط التيار ذو ال ٢٥ ذبذبة بمجموعتى شركة السكة الحديد B.M.T., I.R.T. ويمكن مد هاتين الشركتين بحوالى ٢٩٠٠٠ كيلوات .

الرسم البيانى للحمل اليومى لمدينة نيويورك



الرسم البيانى رقم ١

LOAD DURATION CURVE.



الرسم البيانى رقم ٢

وفى الجدول الثانى يتضح مقدار مااستهلكته كل محطة من الوقود فى سنة ١٩٤٦
اى ١٤ر٤٦٢ طنا فى اليوم

رقم مسلسل	اسم المحطة	الفحم المستهلك فى السنة بالطن	المازوت المستهلك فى السنة بالطن
١	HUDSON GOLD	١,٧١٨,٩٥٥	١٠٤,٠٠٠
٢	HELL GATE	١,٣٧٦,٧١٥	١٠٨,٧٠٠
٣	EAST RIVER	٦٢٦,٠٨٢	—
٤	WATER SIDE	١,٠٢١,١٣٥	—
٥	SHERMAN GREEK	٣٩٥,٠٣٦	٣٨,١٦٠
٦	PORT MORRIS	١٨,٩٧٢	—
٧	GLEN WOOD	٩,٥٠٨	١٧,٦١٠
٨	LONG ISLAND CITY	١١٢,٣٨٥	—
	المجموع	٥,٢٧٨,٧٨٨	٢٦٨,٤٧٠

ومن هذا يتضح أن هذه المحطات تستهلك حوالى ٢/١ ٥ مليون طنا من الفحم والوقود فى السنة أى حوالى ٥٠٠ر١٤ طنا فى اليوم الواحد .

ومتوسط ما يستهلك من الفحم لتوليد ١ كيلوات ساعة هو ١٨٦ر١ رطلا من الفحم اى حوالى ٥ر. كيلو جراما وسعرا قدره ٦٢٦ر١٥

ولما كان من المتعذر شرح هذه المحطات الثمانية مهما كان الشرح موجزا لان ذلك يحتاج الى وقت طويل لا تسمح به محاضرة واحدة فانى سأقتصر على **شرح اكبر هذه المحطات وهى :**

Hudson Avenue Generating Station

تعتبر هذه المحطة اكبر محطة توليد بخارية لتوليد الكهرباء فى العـالم قوتها ٧٧٠٫٠٠٠ كيلوات اى حوالى مليون حصان ـ وقد بدىء فى انشائها سنة ١٩٢٢ وكانت قوتهـا عندئذ ٤٠٠٫٠٠٠ كيلوات عبـارة عن ثمان وحدات تربينية قوة كل منها ٥٠٫٠٠٠ كيلوات .

ولم يمض الا بضع سـنوات على انشائها حتى الحت ضرورة ارتفـاع الحمل ارتفاعا كبيرا على معالجة توسيع هذه المحطة وتكبير قوتها من غير المساس بمبانيها الاصلية فوجد من الضرورى وضع وحدات اكبر واقوى فى نفس مواضع بعض الوحدات القديمة الصغيرة

وقد استطاع التقدم العلمى التغلب على هـذه المشكلة وذلك بتصميم القيزانات والتربينات البخارية ذات الضغط العالى ودرجة الحرارة المرتفعة وأمكن بذلك مضاعفة قوة المحطة وفى نفس مبانيها ومن غير البعد كثيراً عن التصميم الاولى لها .

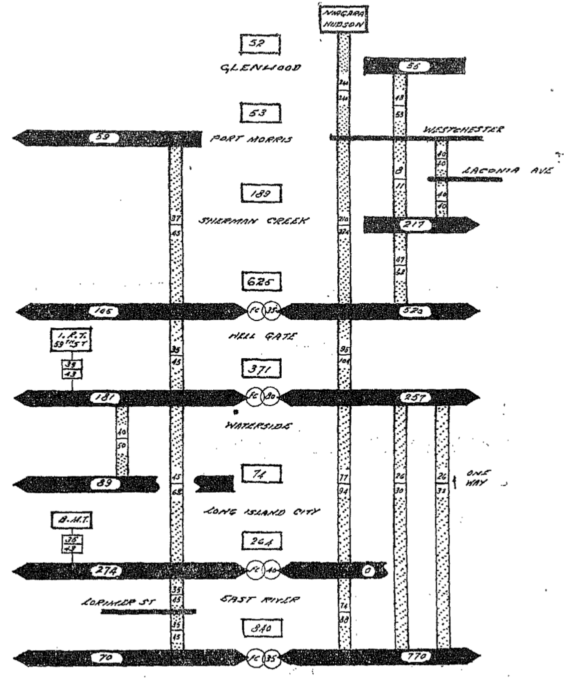
وتحتوى هذه المحطة على هذه الوحدات الآتية :

اسم الوحـــدة	قوة كل منها بالكيلوات	المجموع بالكيلوات
١ — ٢ — ٣	٥٠٫٠٠٠	١٥٠٫٠٠٠
٤	٨٠٫٠٠٠	٨٠٫٠٠٠
٥ — ٦	١١٠٫٠٠٠	٢٢٠٫٠٠٠
٧ — ٨	١٦٠٫٠٠٠	٣٢٠٫٠٠٠

طريقة ربط المحطات ببعضها

25 CYCLE

60 CYCLE



25 CYCLE SYSTEM 778
NET GENERATOR RATING

1817 60 CYCLE SYSTEM
NET GENERATOR RATING

2468

TOTAL SYSTEM
NET CAPABILITY

الرسم التخطيطي رقم ٣

أى ثمانية وحدات مجموع قوتها ٧٧٠٫٠٠٠ كيلوات

وتقع هذه المحطة عند مصب النهر الشرقى (East River) ومبدأ طريق الهدسن (Hudson Avenue) وتجاور ترسانة بحرية الولايات المتحدة الامريكية والرسم التخطيطى المرفق نمرة ٤ يبين الموقع التخطيطى لمبانى وآلات هذه المحطة كما يظهر الرصيف البحرى حيث ترسو البواخر وناقلات الفحم والمازوت التى تمد المحطة بما يلزمها من الوقود . كما يظهر مبنى لوحات التوزيع الكهربائية والمحولات . وهـذا المبنى يفصله عن مبنى المحطة الرئيسى شارع مارشال (Marshal Street)ويتصل به من اعلا بواسطة ثمان كبارى تحمل كابلات التغذية وخلافها .

عنبر القيزانات البخارية

يحتوى عنبر القيزانات على ثمانى صفوف كل صف به اربعة قيزانات اى ان مجموع القيزانات البخارية هو ٣٢ قيزانا .

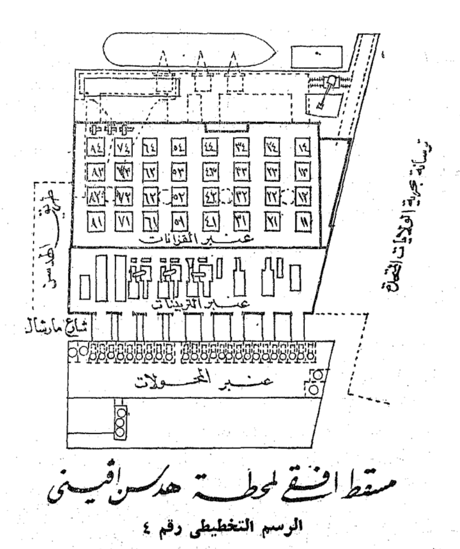
وكان كل صف منها اى ثلاثة قيزانات يكفى لمد تربينة بخارية واحدة قوة ٥٠٫٠٠٠ كيلوات فلما دعت الحاجة لتقوية المحطة واضطرت الشركة لوضع تربينات اكبر قوة ظهـرت الصعوبة فى وضع قيزانات ذات سـعة اكبر فى نفس المكان المحدد التى كانت تشغله سابقتها الاصغر . خصوصا عندما اريد تركيب الوحدتين الضخمتين ٧ و ٨ والتى تحتاج كل منهما الى قيزانات سعة كل منها اكثر من ثلاثة امثال سابقتها والتى كانت مركبة فى الصفين الاخيرين مما اجبر المهندسـين على عمل تصميمات خاصـة لهذه القيزانات رغم الحجم المحدد الذى لم يزد الا قليلا فى الارتفاع والمساحة . فشكلت مواسير القيزانات بطريقة تزيد من تكبير حجومها

وامكن بذلك وضع ٣٨٤٦ قدما مربعا (٣٦٠ مترا مربعا) من مواسير المياه الحائطية كما أمكن تركيب هذه المواسير للحوائط الاربعة للفرن وأمكن بذلك تصغير حجم القيزان مع تكبير سطح التسخين والتبخير .

واصبح حجم فرن القيزان الجديد ١٤٫٠٠٠ قدم مكعب (٤٢٠ مترا مكعبا) ويحتوى على ثلاثة اسطوانات (Drum) قطر كل منها ٥٤ بوصه (١٣٥) سم وسمك جدارها المصنوع من الصلب ٢ ١/٢ بوصه (٦٢ مم)
أما قطر الاسطوانة الرابعة الجافة (Dry Drum) فهو ٤٨ بوصه (١٢٠ سم) . وسمك جدارها ٢ بوصه (٥٠ مم)
ومساحة سطح التسخين للقيزان (Boiler Heating Surface)هى ٢٣٨٨٠ قدما مربعـا ٢٢٠٠م٢

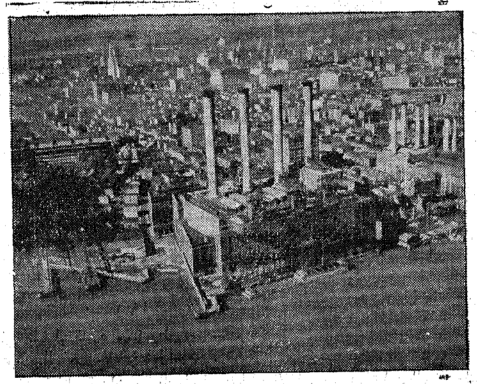
تشتغل قيزانات الصفوف ١ـ٢ـ٣ على ضغط قدره ٢٦٥ رطلا على البوصـة المربعة (١٩ كجم / ١ سم ٢) اما باقى القيزانات فتشـتغل على ضغط قدره ٤٠٠ رطل/بوصةمربعة (٢٠ كجم / ١ سم ٢) ودرجة حرارة البخار ٧٣٠ ° فهرنهيت (٣٨٥ ° مئوية)

قدرة كل قيزان من الصفوف الثلاثة الاولى ١٤٦٫٠٠٠ رطل بخـار فى الساعة (٦٦ طنا فى الساعة)



مسقط افقى لمحطة هدسن افينى

الرسم التخطيطى رقم ٤



منظر عام للمحطة

قدرة كل قيزان من الصف الرابع ٢٣٥٫٠٠٠ رطل بخـــار فى الساعة (١٠٧ طنا فى الســاعة)

قدرة كل قيزان من الصفين ٥ ــ ٦ ٣٥٠٫٠٠٠ رطل بخار فى الساعة (١٦٠ طن فى الســاعة)

قدرة كل قيزان من الصفين ٧ ــ ٨ ٦٠٠٫٠٠٠ رطل بخار فى الساعة (٢٨٠ طن فى الســاعة)

تموين المحطة بالوقود

تستهلك محطــة الهدسن افينيو (Hudson Avenue) حوالى **١٧١٨٩٥٥ طنــا من الفحم فى الســنة أي حوالى ٤٧٠٠ طنا من الفحـــم** فى اليوم الواحد وهذه الكمية تنقل كما قلنا سابقا بالبواخر والصنادل الى رصيف هــذه المحطة البحرى حيث تفرغ بواســطة ثلاثة ابراج كهربائية ضخمة تشتغل فيها اوناش تعمــل اتوماتيكيا فوق هيـــاكل معدنية من الصلب .

وسعة جاروف كل من هذه الاوناش ٢١/٢ طنا التى ترفع الفحم لعلو ٢٠٠ قدم (٦٠ مترا) ويمكن لهذه الابراج ان ترفع وتطحن ٣٠٠ طن من الفحم فى الســاعة .

وهذا الفحم المطحون المعد للحريق ينقل اتوماتيكيا كذلك على عربات حديدية سعة كل منها ٥ اطنان وتسير بالكهرباء على قضبان حديدية فوق مستقبل الفحم المطحون (Hooper) للقيزانات المختلفة ومنا تسحب مبنى المحطــة حيث توزع حمولتها بعد وزنهــا على المجارى الموصلة الى بالهواء المضغوط لتغذية حواقن اللهب .

الجلخ واتربة الفحم المتخلفة من الحريق

اما مخلفــات الحريق من الجلخ واتربته فانهــــا تسقط من الباطات المتحــركة (Stokers) فوق طواحين ذات درافيــل ثم تتجمع فى حجرات مصــنوعة من الزهر ومبطنة بالطوب الحرارى ولها ارضــية من الخرسانة وفى اسفلها بوابات عندما تفتح ويندفع التراب منها فى مجرى طويل بعرض عنبر القيزانات بواسطة تيار مائى يتدفق من فتحات ذات ضغط (Water Jets) تنظم باليد فتدفع امامها بقوة هذه المخلفات الى احواض ترسيب قريبة من الميـنــاء ومن هذه ترفع بواســطة اوناش كهربائية الى ناقلات بحرية لالقائها فى سطح البحر للتخلص منها

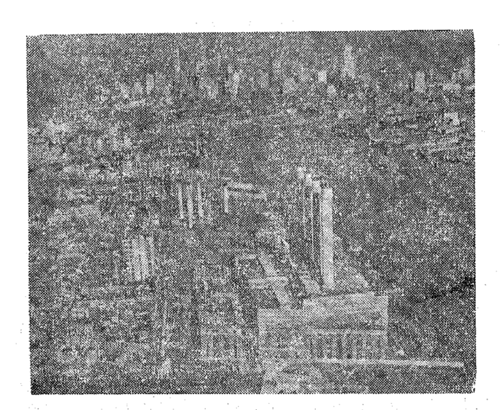
التربينات البخارية

والجدول التالى يبين التربينات البخارية المختلفة وتاريخ انشائها وقوة كل منهــا

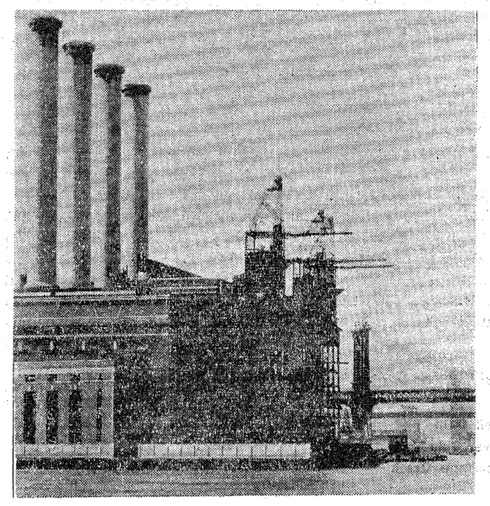
التربينات البخارية

والجدول التـــالى يبين التربينات البخارية المختلفة وتاريخ انشائها وقوة كل منها

اسم الوحدة	١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨
تاريخ التركيب	١٩٢٤	١٩٢٤	١٩٢٤	١٩٢٦	١٩٢٨	١٩٣٠	١٩٣٢	١٩٣٢
صنـاعة شركة	جنرال الكترك	وستنج هاوس	وستنج هاوس	وستنج هاوس	وستنج هاوس	وستنج هاوس	جنرال الكترك	جنرال الكترك
القوة بالكيلوات	٥٠٠٠٠	٥٠٠٠٠	٥٠٠٠٠	٨٠٠٠٠	١١٠٠٠	١١٠٠٠٠	١٦٠٠٠٠	١٦٠٠٠٠
ضغط البخار رطل	٢٦٥	٢٦٥	٢٦٥	٣٧٥	٤٠٠	٤٠٠	٤٠٠	٤٠٠
درجة حرارة ف	٧٣٠	٧٣٠	٧٣٠	٧٣٠	٧٣٠	٧٣٠	٧٣٠	٧٣٠
معامل القوة	٠٫٨	٠٫٨	٠٫٨	٠٫٩	٠٫٨	٠٫٨	٠٫٨	٠٫٨
الذبذبة	٦٠	٦٠	٦٠	٦٠	٦٠	٦٠	٦٠	٦٠
السرعة فى الساعة	١٢٠٠	١٢٠٠	١٢٠٠	١٨٠٠	١٨٠٠	١٨٠٠	١٨٠٠	١٨٠٠
سطح الكندنة قدما مربعا	٧٠٠٠٠	٧٠٠٠٠	٧٠٠٠٠	٨٠٠٠٠	٨٨٥٠٠	٨٨٥٠٠	١٠٠٠٠٠	١٠٠٠٠٠
المياه اللازمة للكنـدنة جالون فى الدقيقة	٦١٦٦٥	٦١٦٦٥	٥١٦٦٥	٥٠٨٥٠	٦٧٥٠٠	٦٧٥٠٠	٧٣٠٠٠	٧٣٠٠٠



منظر عام آخر للمحطة



منظر يبين أبراج الفحم للمحطة

المولدات الكهربائية للوحدات الثلاثةالاولى قوة كل منها ٥٠٠٠٠ كيلوات وسرعتها ١٢٠٠ لفة فى الدقيقة
والمولد الرابع قوة ٨٠٠٠٠ كيلوات
والمولدين للوحدتين الخامسةوالسادسة قوة كلمنهما ١١٠٠٠٠ كيلوات
والمولدين للوحدتين السابعة والثامنة قوة كل منهما ١٦٠٠٠٠ «
والوحدات الخمسة الاخيرة سرعتها ١٨٠٠ لفة فى الدقيقة
والمولدات ١ ــ ٧ ــ ٨ صناعة شركة الجنرال الكترك .
والمولدات ٢ ــ ٣ ــ ٤ ــ ٥ ــ ٦ صناعة شركة الوستنج هاوس

وتبرد هذه المولدات جميعها بواسطة مراوح كبيرة تديرها محركات كهربائية موضوعة فوق سطوح المولدات لضغط الهواء المبرد بالماء بين جدران المولدات لتبريدها ويحتاج كل من الستة مولدات الاولى الى اثنين من هذه المراوح اما الوحدتين ٧ ــ ٨ فتحتاج كل منهما الى اربعة مراوح .

ويتصل بكل من هذه المولدات اتصالا مباشرا بمغذى اقطاب ٢٥٠ فولت والمولدات جميعها تولد تيارا كهربائيا ضغطه ١٣٨٠٠ فولت .

ويتصل كل مولد بثلاثة محولات من النوع المسمى أوتو ذى الوجه الواحد (Single-Phase Auto-transformer)

وتوصيلة المولدات من نوع النجمة (Y Star) ذى الثلاثة أوجه حيث توصل نقطة التعادل بالمولد (Neutral) بنقطة تعادل المحولات الثلاثة المتجمعة والموصلة جميعها الى الارض (Earthed) .
ويحول الضغط الكهربائى من هذه المحولات الى ٢٧٦٠٠ فولت حيث يوصل الى قضبان توزيع الكهرباء (Bus-Bars) ومن هذه تخرج

تربينات الضغط العالى (Topping-Turbines)

كبلات التغذية ذات الضغط العالى لانحاء المدينة المتفرقة

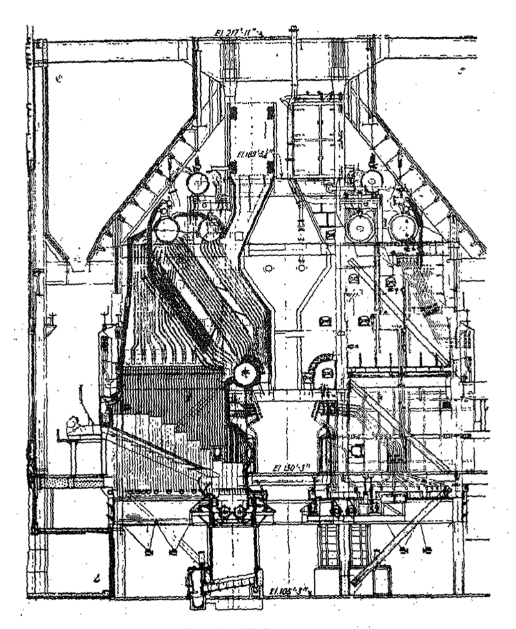
ولما كانت محطة الهدسن أفينيو التى وصفتها لحضراتكم لم يركب لها بعد واحدة من الـ Topping-Turbines رأيت ان اسرد لكم وصفا موجزا عنها قبل البدء فى شرح طريقة توزيع الكهرباء فى المدينة .

عندما ثبتت الفوائد الاقتصادية الكبيرة للتربينات والقيزانات البخارية ذات الضغط ودرجة الحرارة العاليتين فى السنين العشرة الاخيرة وفضلت بكثير مثيلاتها ذات الضغط ودرجة الحرارة العاديتين المعروفة الى بضع سنين مضت وخصوصا عندما امكن احلال الوحدات الجديدة فى نفس المكان الذى كانت تشغله الوحدات القديمة حتى امكن مضاعفة قدرة محطات توليد القوى الكهربائية وزيادة قدرتها زيادة كبيرة تتناسب والزيادة المضطرة فى طلبات هذه المدينة وذلك فى نفس مبانى المحطات الاصلية .

فقد وضعت شركة Consolidated Edison ستة وحدات من هذا النوع فى ثلاثة من محطاتها وهى :

١ ــ محطة . . . . . Hell Cate
٢ ــ محطة . . . . . River Side
٣ ــ محطة . . . . . Sherman Greek

وتقوم الشركة بتركيب وحدتين أخرتين منها الآن



قطـاع رأسى للقيزانات البخارية

ولحضراتكم وصفا موجزا عن هـــذا النوع من التربينات والقيزانات البخــارية :

سعة القيزان : ۱٫۰۰۰٫۰۰۰ رطــل من البخار فى الساعة (٤٥٠ طنــا فى الســاعة)

ضغط البخار : ١٦٠٠ رطل على البوصة المربعة (١١٠ كيلو جرام على السنتيمتر المربع)

درجة حرارة البخار : ٩٥٠ ° فهرنيهت (٥١٠ ° مئوية)

ويحتوى القيزان على اربعة اسطوانات للبخار (Drum) قطر كل منها ٥ قــدم (١٥٠ ســم) وسمك بدنهـــا ٥ بوصـــة (١٢٥ مم) والرسم المرفق يبين كيفية توصيل تربينات التقوية Topping Turbine بالوحدات القديمة ذات الضغط الواطى .

وتسير العملية كالآتى :

ا ــ يرفع الفحـم بالاوناش الكهــربائية اتوماتيكيا الى مخـــازن الفحم (Bunker)

ب ــ يطحن الفحم فى مطاحن خاصـــة ثم يدفع اتوماتيكيا الى حواقن اللهب (Burners)

ج ــ الفحم المطحون والهــواء المضغوط بواسطة المراوح الكهــربائية يغذيان حواقن اللهب بالنسب الصحيحة لجعل الاحتراق كاملا .

د ــ القيزان البخارى سعة المليون رطل فى الساعة

هـ ــ اسطوانة البخار (Drum) حيث يخرج البخار بضغط ١٦٠٠ رطل على البوصة المربعة ودرجة حرارة ٩٥٠ درجة فهرنهيت .

و ــ الماسورة الرئيسية المغذية لبخار الضغط العالى قطرها ١٦ بوصة (٤٥ سم) وسمك جدارها ١ ٧/٨ بوصه (٤٧ مم)

ز ــ بخار الضغط العــالى ودرجة الحرارة العــالية يدخل التربينة العليا (Topping) والتى تدير مولدا كهربائيا قوة ٥٠٠٠٠ كيلوات .

ح ــ يخرج البخار من عادم التربينة العليا فى ماســورة صلب قطر ٢٤ بوصة (٩٠ سم) وسمك جدارها ٣/٤ بوصه (١٨ مم) بضغط قدره ٢٠٠ رطل على البوصة المربعة ودرجة حرارة قدرها (٥٠٠) درجة فهرنهيت حيث يغذى تربينة اخرى من ذات الضغط الواطى وقوتها ٥٠٠٠٠ كيلوات

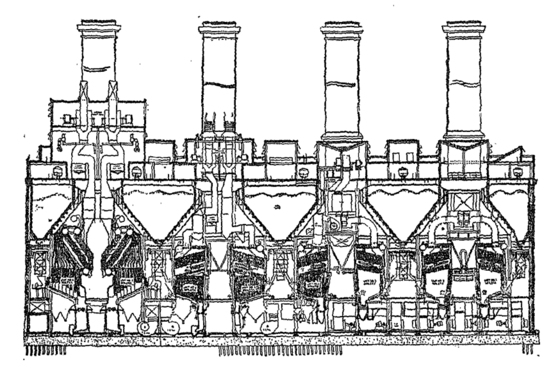
ط ــ التربينات ذات الضغط الواطى ومولداتها الكهربائية .

ك ــ بخار العادم من هذه التربينات يكثف من المكثفات

ل ــ طلمبات التغـــذية ترفع البخار المكثف فى المكثفات لتغـــذى به القيزانات ثانيا

م ــ القيزانات ذات الضغط الواطى ٢٠٠ رطــل على البوصة المربعــة ودرجة حرارة قدرها ٢٠٠ درجة فهرنهيت

ى ــ موصل البخار الذى يستعمل لتسخين وتدفئة المنازل والمحلات .



قطاع رأسي يبين اتصال القيز انات الاربعة والثلاثون بالمداخن الاربعة

مصيدة الذرات الكربونية « الهباب »

مصائد ذرات الكربون (الهباب) (Cinder Catcher)

لما كانت اغلب هذه المحطات موجودة داخل المدينة وتجاور افخم المبانى وارقى الاحيــاء اصبح من الضرورى وضع اجهزة فى مجــارى المداخن للتخلص من الذرات الكربونية السوداء (الهباب) للتطــاير مع الغـــازات المتصـــاعدة .

والنظرية الرئيسية لهذه المصائد هي تغيير اتجاه سير الغازات المتصاعدة الى اعلا فى المدخنة وتعويق قصورها الذاتى مما يسبب انفصـــال الذرات (الهباب) (Cinder) والاجهزة المستعملة فى محطات توليــد القوى بمدينة نيويورك كالموضحة بالرسم نمرة ١١ ونظريتها هى تقسيم الغازات المتصاعدة داخل عدد كبير من المجــارى والحارات الضيقة حيث يعكس طريق سيرها فى جهاز مثلثى الشكل مع تعريض أكبر سطح منهــا ليتماس مع سطح الميــــاه الجارية حيث تنفصل اكبر نســبة مئوية من الذرات الكوبونية (الهباب) العالقة بالغازات فيجرفها الماء بعيدا الى المجارى العا،

طريقة توزيع التيار الكهربائى فى المدينة

تولد محطات توليد القوى الثمانية المذكورة تيارا كهربائيا ضغطه كمـا ذكرنا ١٣٫٨٠٠ فولت ثم يرفع بمحولات Single-Phase Auto Transfor mers الى ضغط قدره ٢٧٫٦٠٠ فولت الى قضبان التوزيع وهذا هو الضغط الذى تغــذى به المدينة بواســطة كابلات ارضية ذات الضغط العـــالى (High Tension Feeder Cables) .

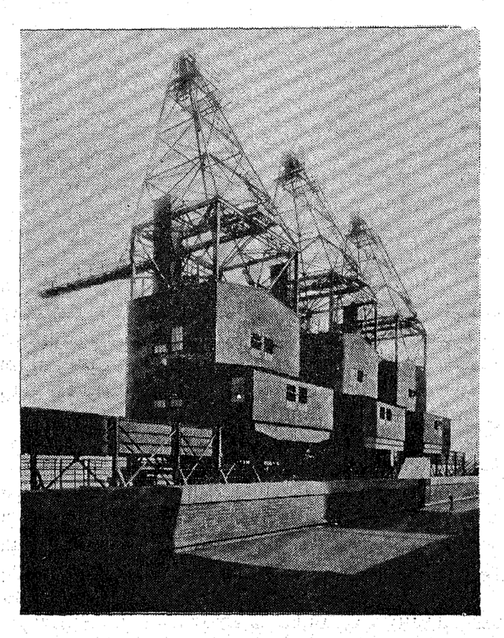
ولما كان من الضرورى لمدينة صناعية ضخمة كنيويورك اتخاذ اقوى الضمانات لاستمرار تدفق التيار الكهربائى للمستهلك فى كل لحظة وتقضى كل ما يملكه العلم من ضمانات لعــدم انقطاع التيار لاى سبب كان فقــد اتبعت شركة ال (Consolidated Edison) نظام التوزيع الشـــبكى للتيار المتغير ذى الضغط الواطى

The low oVltage alternating current network system

وذلك بوضع حلقات مقفولة ومتوازية من كابلات التغــذية الارضية ذات الضغط العالى (٢٧٫٦٠٠) تحت أرض شوارع المدينة المختلفة حيث تمد فى مواسير خرسانية وبحيث تكون متقاربة ومتداخلة وموصلة بالمحولات الكهربائية ذات الضغط العـالى والموضوعة فى حجرات خرسانية مبنيــة تحت الارض عند تقاطع الشوارع ومقاس هــذه الحجرات هو ١١ قــدم (٣٣٠ سم) فى الطول و٤٫٥ قدما (١٣٥ سم) فى العرض و٤/١ ٦٫١ قدما (١٨٧ سم)فى الارتفاع ولهذه الحجرات غطــاء من الصلب يسمح بتهوية هذه المحولات .

وهذه الحجرات تتسع كذلك لتجمعات كابلات الضغط العالى وكابلات الضغط الواطى .

وهذه المحاولات يمدها تيار الضغط العالى من عــدة مغـــذيات وذلك لضمان استمرار تغذية المستهلك بالتيار بدون انقطاع وذلك عند فصــل



أبراج وطواحين الفحم

احد كبلات التغذية للاصلاح او لخلافه وحتى فى حالة فشـل مغذيين فى وقت واحد لسبب او لآخر .

وهذه المحولات تحول التيار الكهربائى ذى الضغط العالى الواصل اليها من محطات توليد القوى الكهربائية الى التيار ذىالضغط الواطى المستعمل والذى يسـيل فى شبكة من الكابلات الارضـية لمد المستهلك بما يلزمه من الكهـرباء .

وهذه الشبكة كذلك مكونة من عدة حلقات متوازية ومتصلة ببعضـها البعض وتحمى كل منها المصهرات ومفاتيح الامانالاتوماتيكية والتى توصل أو تفصيل المحولات اتوماتيكيا من الشبكة كلما احتاجت العملية الى ذلك .

وكابلات شبكة الضغط الواطى تمد فى جميع الشوارع وترتبط حلقاتها ببعضها البعض تحت تقاطع الشوارع .

وفى الامكنة الصناعية والمبانى الضخمة المزدحمة التى تستهلك كميات كبيرة من الكهرباء تقوى هـذه المناطق بعدد آخر من حلقـات الكابلات الارضية المتوازية حيث تربط كذلك بالشبكة الرئيسية .

وتسير حلقات كابلات التغذية ذات الضغط العالى عمودية على الشبكة الارضية لتغذية ناطحات السحاب حيث تمر فى مجارى خرسانية عملت لها خصيصا لتتصل بعدة محولات موضوعة داخل هذه المبانى ومن ذات النوع الموضوع تحت ارضية الشوارع لمد هذه الناطحات بما تحتاجه من الكهرباء وحلقات التغذية العمودية هى امتداد للشـبكة الارضية ومتصلة بها من عدة مواضع لضمان سيل الكهرباء فى جميع الاوقات .

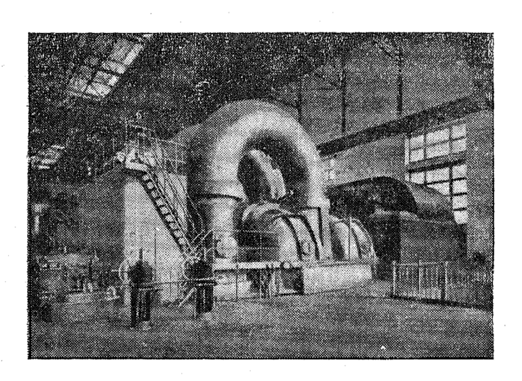
ويوصل التيـار للمستهلكين من صـناديق التوزيع المشتركة او من حجرات تجمع الكابلات الارضية (Cables Manholes) .

هـذه الحجرات كشبيهتها الخاصة بمحولات الضغط العالى مبنيـة تحت ارض الشـوارع من الخرسانة المسلحة ويوصـل قاعها بالمجارى الرئيسية وتحمـل على جدرانها كابلات الضغط العالى وشـبكة كابلات الضغط الواطى بواسطة حمالات مصنوعة من الصلب وجميعها موضوعة بطريقة منظمة تنظيما دقيقا . وتبنى بقرب حجرات المحولات وعلى ابعاد متقاربة وامام المبـانى الكبيرة .

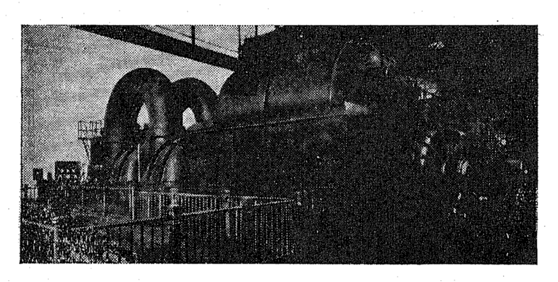
وفائدتها تسهيل سحب الكابلات من مجاريها ووضع خلافها او وصلها

صناديق التوزيع

تبنى ايضا هذه الصناديق من الخرسانة المسلحة وتوضع ايضا تحت الارض وحجمها ٣ × ٤ قدم وعمقها ثلاثة أقدام وتوضع على أبعاد لا تزيد على ١٠٠ قدم وهى خاصـة بالجهات والشوارع ذات الحمل المحـدود ويكفى كل منها لتغذية ستة مستهلكين وتغذى المبانى المختلفة من هـذه الصناديق بكابلات داخل مواسير من الصلب يحميها عـدد من المصهرات داخل هـذه الصناديق .



التربينات البخارية



المولدات الكهربائية

ويبلغ عدد العـــدادات الكهربائية بمدينة نيويورك ٢٦١٢٢٦٩ عـــــدادا وطول الكابلات الارضية المستعملة ٤٤٥٦٥ ميلا (٧٠٠٠٠ كيلو مترا)

سعر الكهرباء بمدينة نيويورك

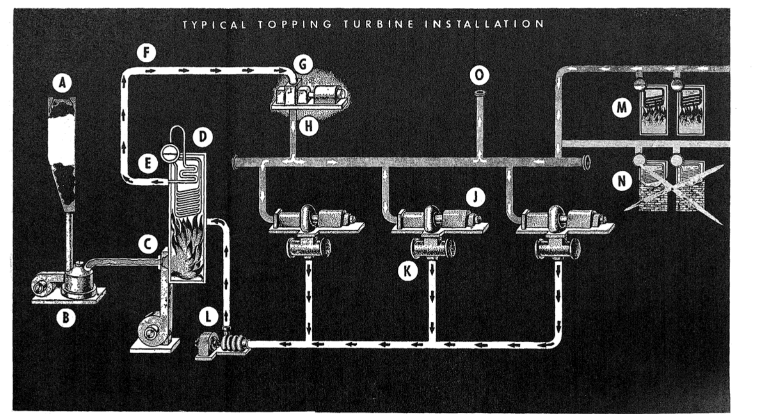
١ ـــ يدفع المستهلك ١ر٥٠ دولارا اى ٤٥ قرشـــــا على الاقل اذا كان استهلاكه لا يزيد عن ٢٠ كيلوات ساعة فى الشهر الواحد

٢ ـــ ويدفع بعد ذلك ٥ سنت اى ١٥ مليما عن كل كيلوات ساعة يزيد وذلك الى ال ٨٠ كيلوات ساعة التالية فى الشهر الواحد

٣ ـــ ثم يدفع ٤ سنت اى ١٢ مليما عن كل كيلوات ســـاعة يزيد على ١٠٠ ك . و س . وذلك الى ١٨٠ ك . و.س. فى الشهر الواحد

٤ ـــ ثم يدفع ٣ سنت اى ٩ مليم عن كل كيلوات ســـــاعة يزيد على ١٨٠ ك.و.س. وذلك الى ٢٥٠ ك.و.س.

٥ ـــ ثم يدفع ٢ سنت اى ٦ مليم عن كل كيلوات ســـــاعة يزيد على ٢٥٠ ك.و.س. فى الشهر الواحـــد


TYPICAL TOPPING TURBINE INSTALLATION
A
B
C
D
E
F
G
H
J
K
L
M
N
O